

C L A U D E . Jacques

Etude des possibilités d'aménagement pour la lutte
contre l'aridité dans l'Oudalan.
Compte-rendu de fin d'étude.

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

-D.G.R.S.T.-

MINISTERE DU PLAN
DE LA REPUBLIQUE
DE HAUTE-VOLTA

A.C.C. LUTTE CONTRE L'ARIDITE

DANS L'OUDALAN

(Haute-Volta)

Opération MARE D'OURSI

Compte rendu de fin d'études

J. CLAUDE

Décembre 1979

Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Outre-Mer
- O.R.S.T.O.M. -

Groupement d'Etudes de Recherches
pour le Développement de
l'Agronomie Tropicale
-G.E.R.D.A.T.-

Institut d'Elevage et de
Médecine Vétérinaire
des Pays Tropicaux
-I.E.M.V.T.-

Centre Technique Forestier Tropical
- C.T.F.T. -

Université Paris VII
Laboratoire de Géographie physique
U.E.R. de Géographie et
Sciences de la Société

Centre National
de la Recherche Scientifique
-C.N.R.S.-

Centre d'Etudes Phytosociologiques
et Ecologiques
Louis EMBERGER de Montpellier
-C.E.F.E.-

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer ORSTOM.

Groupement d'Etudes et de Recherches
pour le Développement de l'Agronomie
Tropicale - GERDAT.

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des pays Tropicaux
I E M V T

Centre Technique Forestier Tropical
C T F T

Université de PARIS VII
Laboratoire de Géographie Physique
UER de géographie et de Sciences
de la Société

Centre National de la Recherche Scientifique
C N R S

Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques
Louis EMBERGER de Montpellier
C E P E

C L A U D E Jacques

Etude des possibilités d'aménagement pour la
lutte contre l'Aridité dans l'Oudalan

Compte rendu de fin d'étude d'une
recherche financée par la Délégation
Générale à la Recherche Scientifique
et Technique.

Action complémentaire coordonnée L A T

Décisions d'aide N° :

75.7.1112	76.7.0837	77.7.II87	78.7.2252
75.7.1113	76.7.0838	77.7.II88	78.7.2253
75.7.1114	76.7.0839	77.7.II89	78.7.2254
75.7.1115	76.7.0840	77.7.II90	

Décembre 1979

RESUME SIGNALETIQUE

L'action complémentaire coordonnée dite "Opération Mare d'Oursi " a été initiée en 1976 par le Comité LAT de la DGRST et s'est poursuivie jusqu'en 1979.

Ce document résume quatre années de recherches multidisciplinaires regroupant 5 instituts de recherche et tendant à définir les conditions agro-sylvo-pastorales de la lutte contre l'aridité en milieu Sahélien, dans l'Oudalan en Haute-Volta. Les études ont été menées sur le terrain grâce à la mise en place d'un important dispositif expérimental comportant entre autres six parcelles agronomiques, quatre parcelles mises en défens, sept stations hydrométriques, un réseau pluviométrique dense et une station climatologique.

Les résultats obtenus permettent de poser un diagnostic sur le fonctionnement des écosystèmes sahéliens qui apparaissent en équilibre précaire soumis à d'importants facteurs de dégradation mais qui révèlent aussi d'étonnantes capacités de régénération dès que les pressions se font moins fortes.

L'influence fondamentale sur ces milieux du mode de vie des populations, (mi éleveurs nomades, mi agriculteurs sédentaires) incite à prévoir des interventions de développement dont la technologie bouleverse le moins possible ce tissu social en renforçant les facteurs d'équilibre du système d'exploitation.

SUMMARY

The coordinated complementary action called " OURSI pond Project " has been initiated in 1976 by the LAT Committee of DGRST and carried on until 1979.

This document reviews a four years multidisciplinary research tending to define the agronomical, and sylvopastoral conditions of the drought control in Sahelian environment in the Oudalan region of Upper Volta, and to which five research institutes contributed. Studies were conducted in the field by means of the set-up of an important experimental structure comprising six agronomical plots, four protected plots, seven hydrometrical stations, a dense pluviometrical network and a climatological station.

The results obtained permit to set a diagnosis on the functioning of sahelian ecosystems which appear in precarious equilibrium, submitted to important degradation factors but also reveal surprising capabilities of regeneration as soon as pressures decrease.

The populations' way of life (semi-nomadic stockbreeders, semi-sedentary cultivators) has a fundamental influence on these environments and this incites to foresee some development interventions the technology of which upsets the least possible this social make-up by strengthening the equilibrium factors of the exploitation system.

TABLE des MATIERES

	<u>Page</u>
I - Introduction	4
II - Conduite des recherches	10
III - Analyse et interprétation des principaux résultats	
1 - Le milieu physique	21
2 - La végétation	29
3 - Le cheptel	31
4 - Les Hommes de l'Oudalan	33
5 - Exploitation du milieu	36
IV - Conclusions	39
V - Bibliographie	43
Liste des publications relatives à l'opération	45

I - INTRODUCTION -

Le Sahel Voltaïque et plus particulièrement la région de l'Oudalan ont fait l'objet d'études et d'enquêtes sectorielles depuis fort longtemps. A la suite de la sécheresse exceptionnelle qui a sévi dans ces régions de 1970 à 1974, un certain nombre d'interventions furent programmées pour lutter contre les séquelles de ces aléas climatiques. Il est alors apparu que les données disponibles pour guider de telles interventions étaient encore disparates et lacunaires.

La Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (DGRST) par le moyen du Comité LAT, prit l'initiative de lancer des études complémentaires d'inventaire de ressources des milieux sahéliens et suscita en 1974 et 1975 des intentions de recherches de la part de plusieurs instituts de recherche français spécialisés.

Pour la Haute-Volta, après avoir examiné un certain nombre de propositions et retenu les plus intéressantes, le Comité LAT décidait en 1975, de regrouper l'ensemble des programmes d'études proposés en une opération multidisciplinaire dont la coordination serait confiée à l'ORSTOM et qui regrouperait 5 instituts de recherche français. Cette opération a pris le nom de "Projet Mare d'OURSI"

La mise au point de ces programmes s'est faite après concertation avec les autorités voltaïques et cet accord a été concrétisé par une convention signée le 15 janvier 1976, entre le Ministère du Plan de Haute-Volta et l'ORSTOM qui mentionnait le souci des deux parties de voir s'établir une collaboration avec les services techniques intéressés.

La coordination des programmes des 5 instituts engagés a permis de prévoir une répartition des tâches et une complémentarité des études. Les participations des différents organismes sont les suivantes :

ORSTOM : Coordination du projet - Hydrologie, pédologie, Agronomie, Botanique, économie démographie.
Responsable scientifique : J. CLAUDE

GERDAT / IEMVT : Agrostologie - Zootechnie
Responsable scientifique : J. COULOMB

C T F T : Etude forestière et protection des sols
Responsable scientifique : J. PIOT

Laboratoire de Géographie physique de l'Université PARIS 7 - : Géomorphologie
Responsable scientifique :
Mr le Pr. JOLY.

CNRS - CEPE de Montpellier : Etudes floristiques et phyto-écologiques.
Responsable scientifique : M. DESCOINGS

Parallèlement au projet Mare d'OURSI, et en collaboration avec le Ministère de la Santé Publique, un programme médical de définition des situations sanitaire et nutritionnelle des populations était mis en place sous la responsabilité de l'UER de médecine tropicale de la Pitié Salpêtrière (Pr GENTILINI) regroupant le CHU de l'université de PARIS VI et l'INSERM.

Dès la fin de l'année 1975 un certain nombre de moyens matériels pouvaient être mis en place et les programmes de recherche ont pu commencer sur le terrain dès le mois de mars 1976.

En 1976, grâce aux moyens logistiques du Centre ORSTOM de Ouagadougou, une infrastructure permanente a été installée sur le terrain à OURSI où un campement comportant un minimum de confort a été installé pouvant accueillir une quinzaine de chercheurs et héberger le personnel local recruté sur place. Les dispositifs de mesure et d'observation des phénomènes naturels étaient presque tous en place avant la saison des pluies 1976 qui fut déjà l'occasion d'une importante collecte de données. Depuis les missions sur le terrain se sont succédées sans interruption avec une forte concentration pendant la saison des pluies où les phénomènes étudiés évoluent très rapidement et où se déroule tout le cycle végétatif des plantes herbacées.

L'ORSTOM et le CTFT ont assuré une présence permanente sur le terrain pendant toute la durée de l'opération, les autres organismes envoyant leurs chercheurs pour des missions plus ou moins prolongées (de 15 jours à 3 mois).

Tout cela a nécessité la mise en jeu d'importants moyens matériels et les difficultés d'approvisionnement de liaison et de circulation sur le terrain pendant l'hivernage ont obligé à la constitution sur place d'un stock d'essence et à la construction d'une piste d'atterrissage pour avions légers permettant la rotation du personnel. En plus des quatre véhicules tous terrains achetés sur les crédits DGRST consacrés à cette opération, le Centre ORSTOM de Ouagadougou a mis à disposition des missions quatre autres véhicules pendant les hivernages. Au total une trentaine de chercheurs et techniciens ont participé à l'opération.

.../...

Les crédits d'aide à la recherche accordés par la DGRST ont été reconduits dans des proportions variables en 1977 et 1978. Toutefois des difficultés d'ordre administratif et des retards dans les versements de ces crédits ont quelque peu perturbé le déroulement des programmes obligeant à reporter certaines actions de 1978 à 1979 ou à faire des avances de trésorerie.

Quoiqu'il en soit les acquis de l'opération Mare d'OURSI sont tout à fait substantiels et nous en indiquerons plus loin les principaux résultats.

Signalons dès maintenant que devant l'importance des variations spatio-temporelles de certains phénomènes l'ORSTOM a décidé de prolonger, sur son propre budget, les programmes de recherche basés essentiellement sur une approche fréquentielle des phénomènes ; il s'agit des programmes d'hydrologie et d'agro-botanique pour lesquels une accumulation de 5 ans de données a été jugée nécessaire pour tenter une synthèse.

L'opération Mare d'OURSI étant une action concertée pluridisciplinaire, il nous a paru essentiel à l'issue du projet de publier un document de synthèse d'assez grande diffusion, qui soit relativement court et accessible dans toutes ses parties aux spécialistes de chaque discipline. Ce rapport de synthèse est en cours d'élaboration et devrait être publié dans le courant de l'année 1981. Il n'empêche évidemment pas la publication des différents rapports qui ont déjà paru ou qui sont en cours de rédaction dont nous donnons la liste provisoire en annexe.

Liste des participants au programme Mare d'OURSI

ORSTOM :

POUYAUD B	Coordonnateur - Hydrologue 1976/I977
CLAUDE J.	Coordonnateur - Hydrologue 1977/1979
BERNARD A.	Hydrologue 1976/1979
Le DUC P.	Hydrologue 1976/I977
THIEBAUX J. P.	Hydrologue 1977
SAADOUN N	Hydrologue 1978
CHEVALLIER P.	Hydrologue 1979
BARDIN E.	Hydrologue VSN 1979
SICOT M.	Agronome 1976/1979
GROUZIS M.	Botaniste 1977/1979
MILLEVILLE P.	Agronome 1977/I979
LALLEMAND Y.	Agronome VSN 1977
ZEGANADIN J.P.	Agronome VSN 1977/I978
LEVANG P.	Botaniste VSN 1977/I978
RAPINE Y.	Agronome VSN I978/I979
LEGRAND P.	Botaniste VSN I978/I979
LANGLOIS M.	Economiste 1977/I979
SODTER F.	Démographe 1978/I979
LEPRUN J.C.	Pédologue 1977

I E M V T

COULOMB M.	Zootechnicien 1979
LHOSTE P.	Zootechnicien 1977/1978
TOUTAIN B	Agrostologue 1976/I979

C T F T

PIOT J.	Ingénieur forestier 1976/1979
DELWAULLE J.	Ingénieur forestier 1976/I977
PETITJEAN	Technicien forestier 1976
DENIS L.	Technicien forestier VSN 1977/1978
NEBOUT J.C.	Technicien forestier VSN I978
NANOT J.	Technicien forestier V.P. 1979

Université de PARIS 7 - Laboratoire de Géographie physique

Pr JOLY F.	Géomorphologue	1977/1979
DEWOLF Y	Géomorphologue	1977/1979
RIOU C	Géomorphologue	1977/1978

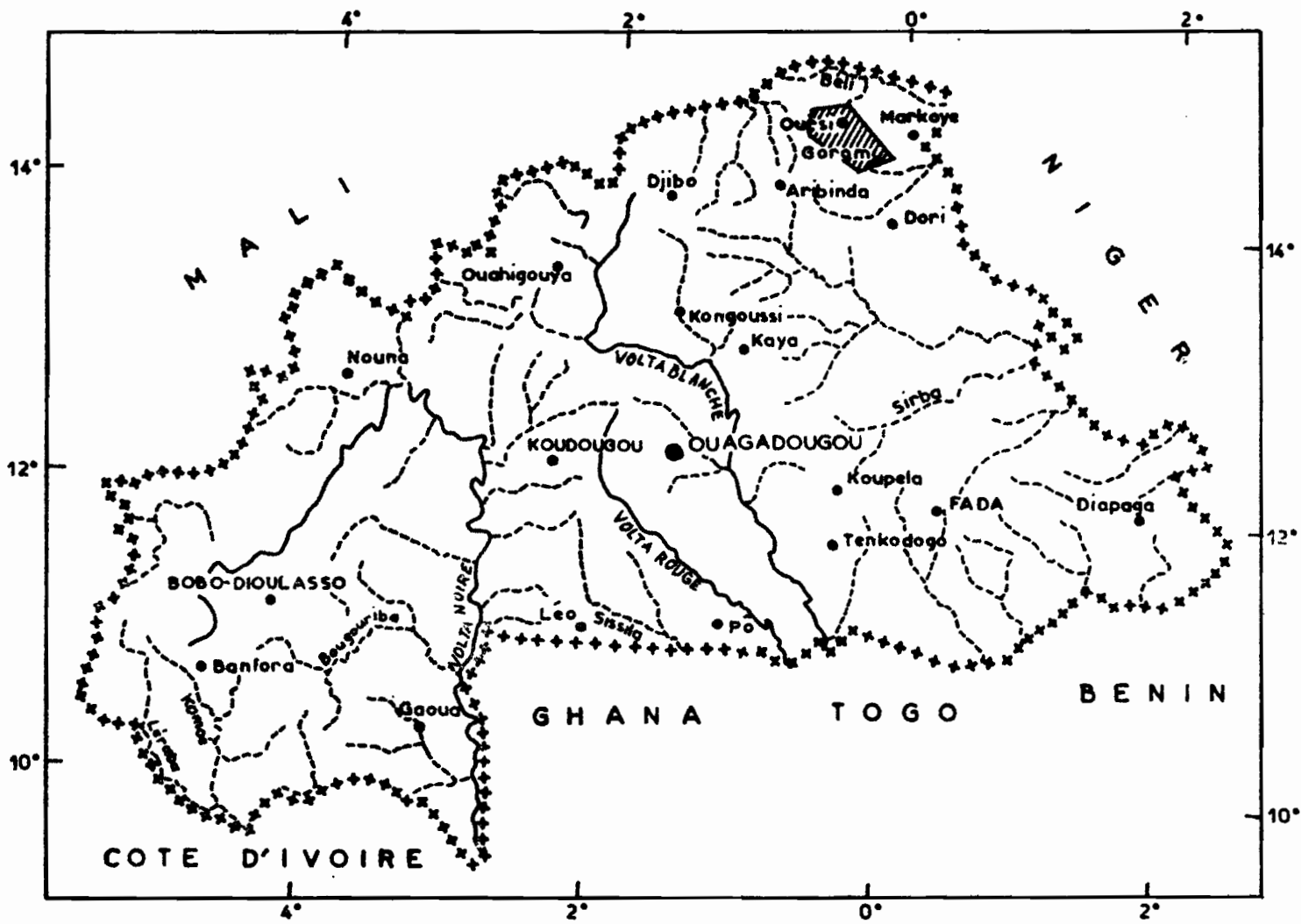
CNRS - CEPE Montpellier

DESCOINGS B	Ecologue	1976/1977
SCHAEFFER dit PASCH	Ecologue	1976
DOS SANTOS A.	Phytosociologue	1977/1979
HETTIER J.P.	Phytosociologue	1977
MENAUT J.C.	Phytosociologue	1977/1978
COLLIN	Ecologue	1979

Service National des Sols de Haute-Volta

OUATTARA Sami	Pédologue	1978/1979
BADO Laurent	Pédologue	1978/1979
OUEDRAOGO Boniface	Pédologue	1978/1979

CARTE DE SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE



 zone et.

II - CONDUITE DES RECHERCHES :

L'objectif de l'action multidisciplinaire de la Mare d'OURSI était de caractériser et de définir les potentialités d'un milieu sahélien représentatif sur les plans physique, biologique et humain pour ensuite discerner l'évolution de ces milieux et de leurs ressources en fonction des facteurs spatio-temporels variables qui les conditionnent. La complémentarité et l'imbrication des différents programmes de recherche découlent de ce schéma.

La caractérisation du milieu physique suppose :

- la connaissance du cadre géographique et géomorphologique,
- l'inventaire des ressources en sols,
- l'inventaire des ressources en eau,
- l'inventaire des ressources végétales et particulièrement pastorales.

Dans ce milieu physique s'insère l'homme (aspect démographique - nomadisme) et ses activités :

- l'élevage: inventaire du cheptel, zootechnie
- l'agriculture : moyens de production, importance des cultures, complémentarité et concurrence avec l'élevage.

L'évolution de ces ressources et de ces activités est liée bien sûr essentiellement à des facteurs climatiques mais aussi à leur mode d'exploitation par l'homme. La définition des potentialités implique donc un certain nombre de recherches liées entre elles et abordant :

- la géodynamique: érosion, dégradation des sols,
- l'agroclimatologie : cycle de l'eau dans le sol, bilan hydrique de différents écosystèmes,
- la botanique : dynamique et production des formations végétales en relation avec les ressources hydriques,
- l'écologie : (au sens large) régénérations spontanées, mise en défens, protection des arbres.

C'est ainsi que les recherches ont été menées dans chaque discipline.

1 - Géomorphologie :

Les chercheurs de l'université de Paris 7, ont pu à la suite de plusieurs missions, dont une en saison des pluies, établir une carte géomorphologique à l'échelle de 1/50 000 qui fait apparaître les grandes unités morphodynamiques et pousser dans le détail l'étude des phénomènes souvent rapides et brutaux qui modèlent les surfaces et conditionnent l'érosion ou la dégradation de ces surfaces.

2 - Pédologie :

Dès le début du projet, la collaboration d'un pédologue s'est avérée nécessaire et dès mars 1977 J.C. LEPRUN exécutait une première reconnaissance et la description de quatre toposéquences caractéristiques. Cette première mission permettait de définir les sols sur lesquels furent implantées les parcelles d'étude agrobotaniques. Mais la nécessité de disposer d'un document cartographique en pédologie était évidente et ce n'est qu'assez tardivement dans le déroulement du projet que le Service National des Sols de Haute-Volta a pu exécuter une prospection systématique et établir une

carte pédologique au 1/50 000 qui sera publiée avec sa notice, dès que les résultats des analyses faites sur les 250 échantillons de sols prélevés seront rendus par le Laboratoire des sols du Centre ORSTOM de LOME.

3 - Hydrologie :

L'étude hydrologique menée par l'ORSTOM porte sur les phénomènes de ruissellement et le cycle de l'eau sur des bassins versants représentatifs alimentant la Mare d'OURSI. Le dispositif de mesures, installé en 1976 et complété en 1977 et 1978 comporte :

- sept stations hydrométriques équipées de limnigraphes contrôlant les écoulements de bassins versants variés dont la superficie s'échelonne de 0,7 Km² à 105 km²,
- deux stations limnigraphiques enregistrant les niveaux d'eau des mares d'OURSI et de GANADAWI,
- un réseau pluviométrique de 16 pluviographes 29 pluviomètres journaliers, 5 pluviomètres au sol et 20 pluviomètres totalisateurs,
- une station climatologique classique permettant de caler les variables climatiques ainsi qu'un bac d'évaporation flottant sur la Mare d'OURSI.

Ce dispositif a été suivi en permanence pendant 4 saisons des pluies, une cinquième année est programmée en 1980. Les rapports intérimaires des campagnes de mesures 1976, 1977 et 1978 ont été publiés. A partir de ces données une synthèse sera élaborée ultérieurement sur les régimes hydrologiques sahéliens de petits bassins versants.

4 - Agroécologie :

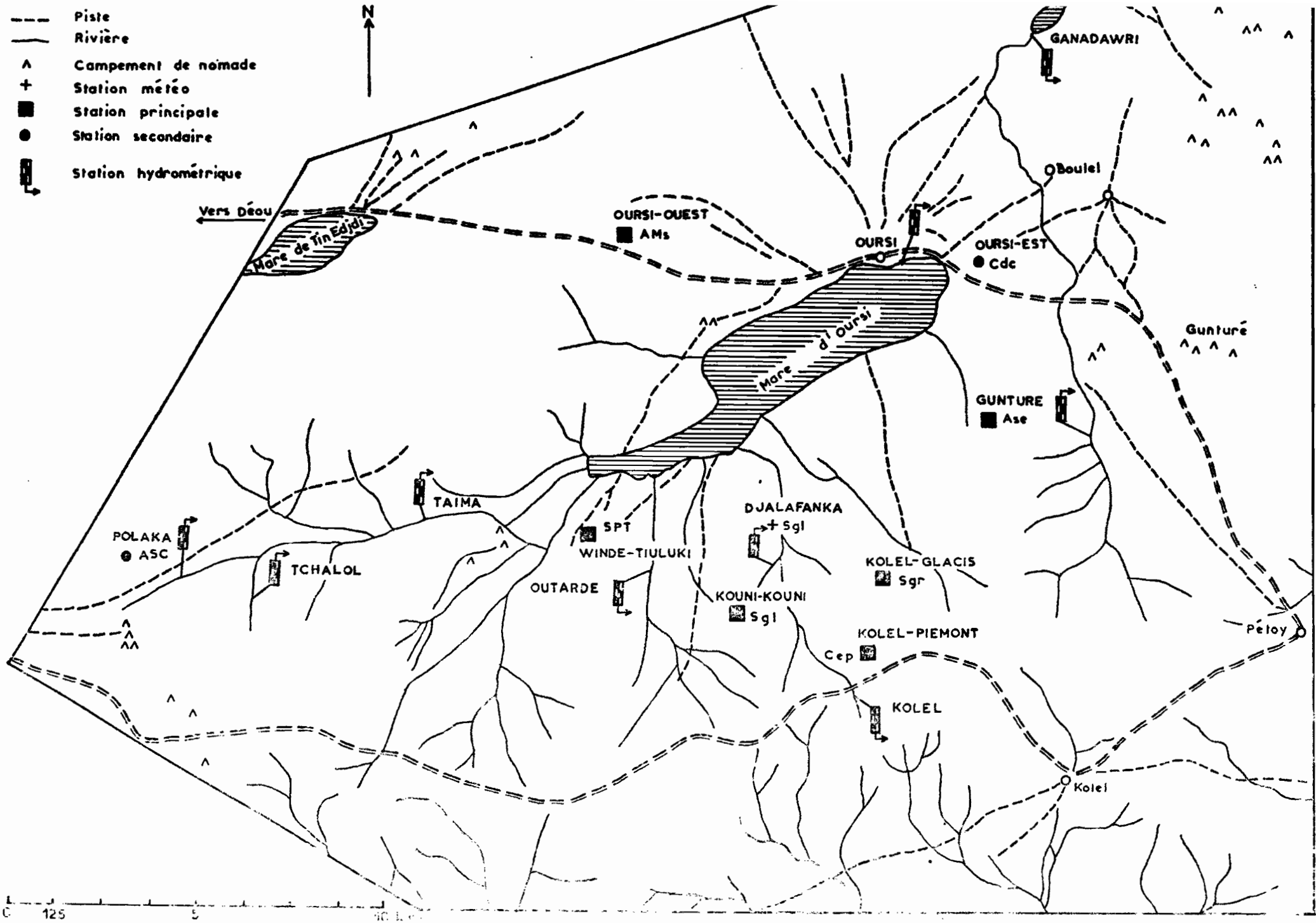
Ce programme étroitement lié au suivant sur l'écologie végétale s'est proposé :

- en premier temps, la constitution d'un référentiel de données sur le comportement hydrodynamique des sols et les relations liant la production de biomasse végétale au bilan hydrique,
- à long terme, l'élaboration d'un modèle fréquentiel de production primaire, fonction du bilan hydrique .

Le dispositif expérimental consiste essentiellement en six parcelles d'un hectare clôturées, représentatives de six écosystèmes du bassin versant. Sur ces parcelles ont été régulièrement mesurées :

- les caractéristiques physiques des sols : densités, perméabilité, capacité de rétention etc...
- la pluviométrie et les profils hydriques des sols par humidimètre neutronique et gravimétrie, permettant de suivre l'évolution des stocks d'eau.
- la production végétale et la composition floristique tout au long des cycles de végétation.

Les parcelles sont suivies depuis 1977, à un rythme décadaire pendant toute la saison des pluies et mensuel en saison sèche. Plusieurs rapports intérimaires ont déjà livré les premiers résultats acquis, mais l'approche fréquentielle des phénomènes conditionnant le bilan hydrique et la production de biomasse exige une période d'observation commune de 5 ans.



5-Ecologie végétale :

Ce programme porte sur l'étude de la production et de la dynamique de formations végétales typiques et plus particulièrement des relations entre la composition floristique, la structure de la végétation, la biomasse herbacée et les termes du bilan hydrique.

Les études sont menées à deux échelles :

- a) l'échelle parcellaire, sur les mêmes six parcelles que le programme agroécologique. On y a procédé à la définition et la caractérisation des sites sur le plan structural et floristique, et on y a mesuré de façon périodique la mise en place du peuplement herbacé, l'évolution de la biomasse épigée, du recouvrement et de la contribution des espèces à la biomasse totale. Enfin, y est suivie la phénologie des principales espèces herbacées et ligneuses,
- b) à l'échelle du bassin versant de la Mare d'OURSI, où il était nécessaire d'évaluer la biomasse disponible, il a fallu pour cela mettre au point une méthodologie qui à partir d'une surface élémentaire de 1 m², de sa forme, de sa localisation permette une évaluation statistique dont la précision est fonction du nombre de sondages et de l'hétérogénéité du milieu.

Cette méthodologie nouvelle a été utilisée pour évaluer le stock fourrage disponible en fin d'hivernage ou début de saison sèche; les résultats sont présentés sous forme d'une synthèse cartographique qui permet de délimiter des zones par classe de biomasse (zones productives, zones sensibles à la dégradation) et d'établir localement des charges en bétail. La répétition des mesures a permis de suivre l'évolution du stock fourrage en saison sèche et les variations interrannuelles de la production des pâturages en fonction des facteurs climatiques.

6 - Phyto-écologie:

Les études menées par le CEPE se sont déroulées en quatre volets :

- étude floristique portant sur environ 3.000 échantillons constituant un herbier sahélien qui permettra de préparer des clefs de détermination,
- étude phytogéographique portant sur la structure et la dynamique passée et présente en relation avec les unités géomorphologiques,
- étude phytoécologique par coupes de végétation sur profils types permettant une caractérisation des structures de chaque écosystème,
- au laboratoire de Montpellier enfin ont été préparés et listés tous les échantillons récoltés sur le terrain en 1976 et 1977. Un double de la collection a été déposé au CNRST de Ouagadougou.

7- Etudes forestières et mesure de l'érosion hydrique :

Les études menées par le CTFT ont porté sur la défense et restauration des sols et sur les peuplements ligneux et leur utilisation en pâture arborée.

- a) un premier dispositif expérimental de mesure du ruissellement et de l'érosion sur parcelles a servi à définir l'importance actuelle de ces phénomènes.

Trois parcelles ont été installées sur un placage sableux de bas de pente au Nord est du massif de KOEL.

- une parcelle intégralement protégée de 2800 m²
- une parcelle cultivée traditionnellement de 3100 m²,

.../...

- une parcelle de référence de 100 m² mise en conditions maximales d'érodibilité par travail du sol et élimination de la végétation selon le protocole de WISSCHMEYER.

Un système de cuves et de partiteurs permet de mesurer les dépôts solides. Ces parcelles ont été étudiées en 1977 - 1978 et 1979.

- des essais d'installation de bandes d'arrêt de l'érosion ont été pratiqués sur des pentes dunaires cultivées, et des essais de bouturage de deux espèces ligneuses aptes à fixer les sols (*Euphorbia balsamifera* et *Commiphora africana*) ont complété cette expérimentation.
- b) - l'étude des ligneux et de la pâture arborée a commencé par un inventaire des espèces rencontrées dans la région suivi d'une étude phénologique des principales espèces à divers stades de leur évolution.

Ensuite a été abordée l'étude de trois modalités de régénération de la végétation ligneuse

- régénération naturelle par mise en défens sur des parcelles également suivies par l'IEMVT du point de vue agrostologique,
- régénération provoquée par travail du sol (hersage, piochage et dessolage),
- régénération artificielle par semis et traitements de graines forestières.

Ont été également abordées :

- l'étude de l'élagage des arbres, traditionnellement pratiqué par les bergers, sur des témoins dont la croissance a été suivie,
- l'étude de la valeur fourragère des différentes espèces ligneuses à partir de l'analyse bromatologique faite sur les feuillages de saison des pluies de neuf espèces reconnues pour leur valeur nutritive,

- l'étude du comportement des animaux à l'égard du pâturage arboré permettant d'estimer les quantités ingérées par les différentes espèces animales et la part représentée dans leur ration alimentaire.

8 - Etude du Cheptel et de l'élevage

Les problèmes de l'élevage ont été traités par l'IEMVT sous un angle essentiellement technique, les aspects socio-économiques du pastoralisme étant étudiés conjointement par l'ORSTOM.

Le programme de l'IEMVT se compose de deux volets :

- étude des ressources fourragères
- inventaire du cheptel de la zone et structure des troupeaux.

a) Ressources fourragères

A la suite des reconnaissances faites en 1975 et 1976 et de l'élaboration de la carte des ressources fourragères de la région par B. TOUTAIN, les études ont porté sur l'évolution de trois écosystèmes pâturés et dégradés.

Les effets de la mise en repos temporaire des parcours ont été suivis sur 3 parcelles d'un hectare, et étudiés conjointement par le CTFT et comparés au pâturage traditionnel sur les mêmes trois écosystèmes typiques de la zone à savoir :

- sols sableux dunaires portant une steppe xérophile à strate arbustive clairsemée
- glacis polygénique où le tapis herbacé est irrégulier et formé essentiellement par *Schoenefeldia Gracilis*, et portant des arbustes clairsemés,

- une formation de forêt basse à *Pterocarpus lucens*, dans laquelle les fourrés alternent avec des plages herbacées irrégulières.

Ces parcelles et parcours ont été suivis pendant 3 ans. L'étude comparative de l'évolution de la végétation et du couvert et de la production herbacée est étroitement liée aux études menées par la section botanique de l'ORSTOM d'une part, et aux essais de régénération faits par le CTFT d'autre part.

b) Inventaire du Cheptel :

L'inventaire quantitatif et qualitatif du cheptel vivant sur la zone d'endodromie d'OURSI a été réalisé en 1977. La structure des troupeaux par sexe et classes d'âge a été étudiée ainsi que les charges par zones et par saisons. Les ovins et caprins ont été inclus dans le travail d'inventaire. Les résultats de ce travail publiés dans un rapport de P. LHOSTE ont été utilisés et mis en relation avec les observations faites sur les rapports entre l'agriculture et l'élevage (programme d'agro-économie).

9 - Etude des systèmes de production

Deux programmes complémentaires s'articulent sur ce thème et sont tributaires de l'enquête démographique réalisée en 1978 - 79.

a) Le premier concerne l'appréciation de la production, de la consommation et des échanges de biens en fonction des caractéristiques sociales et ethniques des différents groupes humains. Mené par un économiste de l'ORSTOM, M. LANGLOIS, il a été basé sur des enquêtes à passage répétés dans les campements de nomades et les villages permanents et sur les principaux marchés de la région. Les aspects suivants ont été appréhendés :

- fréquentation ethnique des marchés,
- évolution des prix sur ces marchés (céréales bétail, produits de cueillette et d'artisanat),
- spécialisation ethnique de la fabrication et de la vente,
- organisation du travail et place de l'individu dans le système de production agricole, pastoral et domestique,
- répartition et appropriation du bétail.

Ce programme s'est poursuivi jusqu'à fin 1979 et les résultats en seront disponibles en 1980; ils permettront d'apprécier les principaux équilibres économiques des sociétés très hétérogènes de la région.

b) le second programme est dirigé par un agronome P. MILLEVILLE; il a défini de façon détaillée les systèmes de production agricoles et les rapports de concurrence et complémentarité entre l'agriculture et l'élevage. Les enquêtes menées en 1977, 78 et 79 ont permis d'appréhender :

- la localisation actuelle des cultures (mil et sorgho),
- le rythme d'exploitation des champs,
- la caractérisation des travaux culturaux (temps de travail) et les dates de ces travaux,
- la mesure des surfaces cultivées, des productions et des rendements,
- le suivi de la conduite pastorale des troupeaux : déplacements saisonniers et rythmes quotidiens de pâturage d'abreuvement, de déplacement et de repos,
- la production laitière d'un troupeau témoin.

Les résultats de ces études sont fondamentaux pour l'ensemble du projet, car ils déterminent le niveau de la pression anthropique exercée sur le milieu physique et biologique dont les autres disciplines se sont attachées à déterminer les potentialités. Etant donné les difficultés des enquêtes menées parmi une population mobile et fluctuante nécessitant avant tout l'établissement d'une confiance durable et réciproque, les exploitations des enquêtes commencées en 1977 ne sont faites qu'en fin d'année 1979 et les rapports sectoriels sont en préparation pour le début de l'année 1980.

10 - Démographie :

Les deux programmes précédents ne peuvent prétendre à généraliser leurs résultats que sur la base de données démographiques. En milieu nomade, il était impensable de réaliser une enquête censitaire exhaustive. Le premier travail du démographe a donc été, en collaboration avec l'économiste et l'agronome de procéder à un inventaire exhaustif des faits d'occupation humaine passés et actuels de la zone et de profiter de ce travail pour établir une toponymie de la zone.

Il a ensuite procédé à l'exploitation et à la confrontation des données existantes de sources diverses (recensement national de 1975, recensements administratifs, enquêtes médicales et agro-économiques) donnant une base d'estimation de la population et de sa structure.

Enfin, une enquête à passages répétés sur un échantillon restreint a permis d'adapter une méthodologie propre aux populations nomades et de cerner assez qualitativement les mouvements saisonniers de population (migrations de travail et transhumance).

III - ANALYSE ET INTERPRETATION DES PRINCIPAUX RESULTATS

Nous avons déjà mentionné qu'un rapport de synthèse était en cours d'élaboration pour l'ensemble de l'opération Mare d'Oursi, il n'est donc pas question dans les deux chapitres qui vont suivre d'anticiper sur cette synthèse dont la rédaction sera collective et multidisciplinaire et pour lequel par ailleurs tous les éléments ne sont pas encore disponibles. Nous ferons ici un résumé schématique des observations et diagnostics faits par les différentes disciplines sur les milieux physique, biologique et humain et sur les facteurs de leur évolution.

1 - Le milieu physique :

La zone étudiée englobe totalement le bassin versant de la Mare d'Oursi (286 Km²), elle s'inscrit entre les parallèles 14°30 et 14°45 N. et les méridiens 0°25 et 0°40 W couvrant environ 40.000 hectares. Elle se développe sur un socle métamorphique précambrien légèrement incliné vers la mare, et s'arrête au Nord sur un cordon dunaire aligné d'Est en Ouest caractéristique de cette partie de l'Oudalan.

1. 1 - Le milieu naturel :

Le milieu naturel est extrêmement diversifié malgré une homogénéité apparente due au faible relief de la zone.

La carte géomorphodynamique établie par le Laboratoire de géographie physique de l'Université de Paris 7 fait apparaître un nombre élevé d'unités géomorphologiques regroupant elles mêmes plusieurs faciès. De façon schématique nous distinguerons quatre familles d'unités :

a) Le système dunaire, localisé au Nord, correspond à un erg ancien fixé et plus ou moins pédogénéisé. Fragile et soumis à une forte pression anthropique ce milieu est par endroits remanié et dégradé jusqu'à revenir à l'état de dune vive. Les sables éoliens remaniés fortement forment en de nombreux endroits des placages sableux qui sont souvent mis en culture. Le ruissellement sur ces zones est très médiocre et se fait hors d'un réseau de drainage inexistant. L'érosion hydrique et éolienne y est très active jouant un rôle important dans le modelé des microreliefs.

b) Les talwegs et dépressions constitués par les marigots et le pourtour de la mare présentent des sols bruns subarides vertiques qui se sont développés sur des matériaux alluviaux argileux présentant des caractères d'hydromorphie dans les zones inondables. Ces sols sont vite saturés et retiennent très mal l'eau qui s'infiltré peu dans les argiles où apparaissent des fentes de retrait en saison sèche.

c) Les reliefs et séries de collines et de buttes, alignés principalement à l'amont des bassins versants sont issus soit de roches basiques (gabbros, dolérites) soit de roches granitiques. On y trouve des sols minéraux bruts qui peuvent reposer sur une cuirasse ferrugineuse. Sur les pentes et les piémonts soumis à une forte pression dynamique de ravinement, d'érosion et d'arénisation s'étalent sur une faible épaisseur des sols ferrugineux tropicaux soit sur sables éoliens ou arènes granitiques soit en association à des sols gravillonnaires. Le ruissellement y est intense et actif mais vite modéré par la brièveté des versants.

.../...

d) Les grandes zones de glacis qui convergent vers la mare comprennent des pédiments ou pédiplaines, des glacis cuirassés et des glacis de transit.

Les matériaux et les sols sont très divers allant des granites et couvertures d'arènes peu épaisses aux matériaux d'altération de roches basiques, cailloutis ferrugineux et matériaux limono sableux. Sur ces pentes faibles le ruissellement est diffus et souvent important, il se concentre dans des talwegs plus ou moins évasés formant un réseau de drainage de plus en plus dégradé vers l'aval. Les sols sont principalement des sols bruns subarides peu différenciés ou des sols bruns subarides vertiques.

Enfin la mare d'Oursi elle même est une dépression comblée d'alluvions argileuses qui occupe une surface d'environ 14 Km² au NE de son bassin versant endoréique. Elle suit un rythme annuel de remplissage et d'assèchement qui peut être total (1973/1979) bien que la mare soit considérée comme point d'eau permanent.

1.2 - Le climat

Le climat de la région est typiquement sahélien caractérisé par une aridité sévère. Le cycle annuel se divise en quatre saisons :

- une saison sèche et fraîche de novembre à mars avec température minimale descendant parfois en dessous de 10° C et maximale de l'ordre de 32° C et une humidité relative très faible,
- une saison sèche et chaude de mars à juin avec des températures maximales élevées (40° à 44° C) une diminution de l'amplitude journalière et une augmentation de l'hygrométrie (37 % en mai),

- une saison humide de juin à octobre avec une baisse des températures (max. de 33° C min. de 23° C) une augmentation de l'humidité relative et une concentration des précipitations au mois d'août. La saison des pluies s'étend du 15 juin à fin septembre,
- une saison chaude et encore humide de mi-septembre à mi-novembre faisant la transition entre la saison des pluies et la saison sèche et fraîche.

Le régime des précipitations est très irrégulier dans le temps et l'espace. L'isohyète 400 mm passe approximativement le long du cordon dunaire d'Oursi mais les écarts à cette moyenne peuvent être de plus de 50 % d'une année à l'autre ou d'un point à l'autre du bassin. Un écart de 160 mm a été enregistré sur deux pluviomètres voisins de 5 Km en 1978. Les précipitations se produisent sous forme d'orages localisés souvent violents et des intensités de 60 à 100 mm/h en 5 mn sont couramment enregistrées.

Sur le poste le plus proche, celui de Gorom Gorom la répartition mensuelle médiane est la suivante :

Mai	=	17 mm
Juin	=	60,9 mm
Juillet	=	118,1 mm
Août	=	159,0 mm
Septembre	=	62,5 mm
Octobre	=	5,3 mm

Les seuls mois de juillet et août totalisent 65 % du total annuel. Il pleut en moyenne 42 jours par an et les précipitations maximales journalières peuvent atteindre :

58,7 mm	pour une période de retour	2 ans
93,5 mm	" " " " "	10 "
138,4 mm	" " " " "	50 "

1.3 - Régime hydrologique

En dehors des milieux sableux qui représentent moins de 10 % de la superficie du bassin versant, les sols de la zone présentent tous une bonne aptitude au ruissellement. C'est en début de saison des pluies, saison des gros orages précédés de vents de sable, que l'on observe les ruissellements les plus importants; les terrains dénudés de presque toute végétation subissent un phénomène de glaçage en surface (pellicule de battance) et l'eau s'infiltré très peu ce qui provoque un ruissellement en nappe généralisé. L'intensité de la pluie joue un rôle primordial dans le déclenchement et l'accélération des phénomènes de ruissellement. Les coefficients de ruissellement observés sur les 7 bassins versants du dispositif peuvent atteindre pour une averse des valeurs très élevées (de 40 % à Taima = 105 Km² à plus de 80 % à Gunturé 23 Km²). A mesure que l'on s'avance dans la saison des pluies, la levée puis le développement de la végétation herbacée protègent les sols et favorisent l'infiltration (sauf sur les sols vertiques où l'engorgement est très rapide), les ruissellements s'en trouvent diminués.

Sur l'ensemble d'une saison des pluies les écoulements représentent 15 à 35 % des précipitations selon les bassins versants et sur la totalité du bassin versant de la mare d'Oursi le coefficient d'écoulement peut être estimé à 12 à 20 % selon l'abondance et la répartition des pluies. Cela représente un apport d'eau à la mare de 12 à 18 millions de m³, ce qui correspond approximativement à la capacité de la mare lorsqu'elle atteint la cote maximum que nous y avons enregistré en 1977.

.../...

Dès la fin de la saison des pluies l'évaporation devient intense et la presque totalité des réserves de la mare disparaît entre octobre et juin. L'évaporation mesurée sur bac Colorado dépasse 4000 mm par an, elle est d'environ 2500 mm sur la nappe d'eau libre que constitue la mare.

Les phénomènes d'érosion hydrique et éolienne sont observables sur la presque totalité du bassin, mais leurs formes et leurs effets sont extrêmement variés et à défaut d'un contrôle des transports solides aboutissant à la Mare d'Oursi il est bien imprudent d'avancer des chiffres représentatifs de cette érosion. Les mesures faites sur parcelles assez pentues sur placage sableux par le CTFT montrent bien l'extrême variabilité des phénomènes d'érosion, ainsi les chiffres annuels de terre exportée des parcelles varient de 0,2 à 21,4 tonnes/ha/an selon l'année, la taille et l'état de surface de la parcelle. Mais ces essais ont montré que les milieux les plus sensibles à l'érosion sont les sols sableux ou limono-sableux, dénudés et dont la surface est remaniée (piétinement du bétail, culture ...) c'est à dire les milieux les plus exploités par l'homme et son bétail. L'importance réciproque de l'érosion vis à vis de la végétation est aussi évidente; les plantes protègent le sol tout en l'ameublissant ce qui diminue le ruissellement; les premières pluies transportent et redéposent de grandes quantités de graines qui germent d'autant plus facilement qu'elles s'arrêtent sur les mêmes obstacles que les particules de terre ce qui a permis de démontrer l'efficacité du moindre travail du sol effectué à bon escient sur la régénération naturelle de la végétation.

1.4 - Cycle de l'eau dans les sols

Intimement lié au régime hydropluviométrique d'une part et au développement de la végétation d'autre part, la réserve utile en eau des sols est le principal facteur limitant la production végétale en milieu sahélien.

L'étude du cycle de l'eau dans les sols entreprise sur six parcelles représentatives d'écosystèmes sahéliens permet de distinguer trois types fondamentaux de comportement hydrodynamique schématisant des variations locales dues autant à l'hétérogénéité structurale des substrats qu'aux différences des propriétés hydrodynamiques :

- le milieu sableux est très perméable, les variations de la réserve hydrique y sont importantes et rapides et le front d'humectation descend jusqu'à 165 cm de profondeur.
- le milieu limono argileux des glacis à texture fine est peu perméable, le ruissellement et l'engorgement de la couche de surface apparaissent rapidement limitant la pénétration du front d'humectation qui ne dépasse guère 70/80 cm. Ce comportement est accentué en situation de bas fond où l'humectation est rapide en surface grâce aux fentes de retrait mais où l'eau est bloquée par un substrat imperméable à 45/60 cm. La réserve hydrique de ces sols est toujours faible et ne connaît qu'un seul maximum durant le cycle saisonnier.
- le milieu à texture grossière des pédiments est plus perméable mais les profils hydriques y apparaissent très hétérogènes, le comportement hydrodynamique de ces terrains est intermédiaire entre les deux précédents mais les apports ou pertes en eau dûs soit à une situation topographique d'impluvium soit à des circulations latérales ou verticales d'eau induisent une grande variabilité de la réserve hydrique.

.../...

Des problèmes méthodologiques et d'appareillage font qu'il n'est pas possible actuellement de mesurer chaque terme du bilan hydrique (ETR, drainages obliques ou verticaux, remontées capillaires) mais les variations de stock d'eau déterminées par humidimétrie neutronique fournissent au botaniste une base de comparaison précieuse entre les besoins en eau des plantes et leur production de biomasse.

2 - La végétation :

La végétation est constituée d'une strate herbacée discontinue, développée en saisons des pluies essentiellement, et d'une strate ligneuse plus ou moins lâche à prédominance d'épineux.

Les conditions topographiques et édaphiques déterminent des types de végétation variés. Ainsi TOUTAIN (1976) reconnaît 23 groupements végétaux que l'on peut regrouper sur les bases de la structure de végétation et des types de sols occupés en 3 grands ensembles :

- les bas fonds et les fonds de mares
- les ensembles dunaires
- les glacis.

Cette diversité se retrouve aussi au niveau de la production, puisque les biomasses observées varient de 43 gMS m^{-2} à plus de 500 gMS m^{-2} . Les glacis étendus sont les moins producteurs ($0,2$ à 1 t. ha^{-1}). La production des dunes et des bas-fonds dégradés est supérieure (1 à $1,5 \text{ t. ha}^{-1}$). Les biomasses, les plus élevées (supérieures à $1,5 \text{ t. ha}^{-1}$) s'observent dans les systèmes dunaires, les bords de mares.

En 1977 le rendement moyen de la zone a été de $1,1 \text{ t. ha}^{-1}$ et la production de fourrages de 140115 tonnes pour les 125.864 ha investigués.

L'étude des variations saisonnières de la biomasse herbacée montre que celle-ci évolue très rapidement. Les productivités déterminées au cours de la phase de croissance sont de l'ordre de $2,5 \text{ gMS m}^2 \text{ j}^{-1}$ (glacis) et de $7 \text{ gMS m}^2 \text{ j}^{-1}$ (dune, bas fond). Le maximum de biomasse est généralement atteint entre la troisième décennie d'Août et la première quinzaine de Septembre. On observe ensuite une phase

de décroissance correspondant à la dégradation naturelle et à la consommation primaire. Elle peut être lente et de faible amplitude (dune) ou rapide et forte (bas fond).

La détermination de la contribution des différentes espèces à la biomasse montre que les graminées représentent 70 à 90 % de la production.

La fraction de production emmagasinée sous forme de graines représente 15 % et atteint 30 % dans certains groupements.

La biomasse racinaire est considérable puisqu'elle est de 90 à 300 gMs m⁻² sur l'ensemble du profil. Elle est, selon les groupements étudiés 2 à 5 fois plus importante que la biomasse épiquée. L'enracinement est superficiel (30 cm renferment 75 à 90 % des racines).

L'effet de la mise en défens se manifeste sur la structure de la végétation (augmentation de l'hétérogénéité), la composition floristique et les paramètres de production.

Les études sur la végétation permettent de souligner :

- la diversité des unités de végétation entraînant une gamme de production,
- une variabilité interannuelle de la production liée beaucoup plus à la séquence des pluies, du début de saison des pluies qu'au total annuel,
- la concentration de la production à la période active (3/4 mois) occasionnant un certain gaspillage (toute la production n'est pas utilisée) et posant entre autres le problème de l'alimentation azotée pendant une bonne partie de l'année.

.../...

3 - Le cheptel :

Les caractéristiques les plus marquantes des systèmes d'élevage de la zone d'Oursi ont été mises en évidence par l'étude zootechnique de P. LHOSTE. Nous en retiendrons les principales conclusions .

Il s'agit tout d'abord d'une zone dangereusement surchargée. Malgré la réduction dramatique des effectifs due à la sécheresse 1972/1973, on observe encore dans cette zone une charge élevée de l'ordre d'1 UBT (Unité de bétail tropical = Bovin de 250 kgs de poids vif) pour 4 hectares. L'importance actuelle du cheptel est même surprenante , avec environ 13 000 bovins et près de 3 fois plus de petits ruminants; il y a donc une reconstitution assez rapide du cheptel, grâce en particulier aux ovins et caprins. Or, les travaux des agro-pastoralistes associés à cette étude montrent que les traces de surpâturage et de dégradation sont manifestes. Les animaux ne disposent plus, en fin de saison sèche, d'une alimentation suffisante et ils ne se maintiennent qu'aux dépens de leurs propres réserves, de plus, les troupeaux ne sont pas à l'abri d'une nouvelle catastrophe si une année plus défavorable se produisait à nouveau, car les réserves sont insuffisantes, même en année normale.

Plusieurs phénomènes aggravent encore la situation autour de la mare d'Oursi, par exemple :

- a) une forte proportion des troupeaux s'abreuve tous les jours car ils sont concentrés dans la zone surexploitée à proximité de la mare. Certains troupeaux, situés à une certaine distance de la mare (7/8 km), ne s'abreuvent que tous les 2 jours et se rendent sur de meilleurs pâturages plus distants les jours où ils ne viennent pas boire. Dans de telles conditions, l'abreuvement tous les deux jours se justifierait pour une partie des animaux.

.../...

- b) La mare d'Oursi constitue un pôle d'attraction important en fin de saison sèche; elle sert de position de repli pour certains éleveurs venant du nord (warag-warag), mais également pour des troupeaux venant du sud (Gaobe du Liptako). Cette surcharge temporaire est dangereuse pour le pâturage et elle porte évidemment préjudice aux troupeaux des éleveurs fixés dans cette zone et qui ne transhument pas.
- c) La grande densité de population et de champs dans cette zone (et spécialement vers Gorom Gorom) a tendance à concentrer dangereusement les troupeaux sur les zones non cultivées, en hivernage. Les risques de dégâts dans les cultures et la surveillance des champs qui pourraient inciter à éloigner le troupeau semblent souvent avoir l'effet inverse, l'éleveur s'éloignant peu afin de surveiller ses champs.
- d) La tendance des éleveurs à conserver un maximum d'animaux entraîne également un alourdissement du troupeau, parfois improductif. Des mâles exploitables sont conservés dans certains troupeaux, parmi les mieux reconstitués (Foulbé). Dans les troupeaux les plus éprouvés (sédentaires, Kel, Tamachek...), les animaux improductifs sont plus souvent des vaches hors d'âge ou stériles, dont l'éleveur semble réticent à se séparer.

Ce contexte général explique en partie les performances médiocres du troupeau qui souffre fondamentalement de malnutrition saisonnière chronique. La fécondité et la croissance en sont diminuées, la sensibilité aux agressions diverses (parasites, agents microbiens....) est augmentée. Il en résulte évidemment une faible productivité numérique du troupeau, d'autant plus que les motivations de la vente n' semblent jamais d'ordre zootechnique ou économique (cours élevés, période favorable), mais relèvent le plus souvent d'un besoin plus ou moins immédiat d'argent (impôts, produits vivriers

4 - Les hommes de l'Oudalan :

A défaut de disposer des résultats de l'enquête démographique menée en 1978/79 et en cours de dépouillement, nous pouvons citer les travaux de H. BARRAL concernant l'Oudalan Voltaïque*.

Avec une densité d'environ 6,5 habitants au Km², la population se répartit par catégories " socio-ethniques " selon les pourcentages suivants :

	(Kel Tamacheq "Touareg"	4,6 %
	(Iklan ou Bella	48,6 %
Nomades	(Peul Gaobe	18,6 %
	(Djelgobe	4,6 %
Sédentaires	(Songhaï et Mallebe	15,5 %
	(Rimaïbe	5,4 %
	(Divers (Haoussa, Maures, Mossi)	<u>3,1 %</u>
		100 - %

L'occupation humaine de l'Oudalan s'est effectuée par vagues successives à partir du milieu du 18^{ème} siècle avec l'arrivée de tribus guerrières Kel Tamacheq fuyant le Mali et accompagnées d'une masse considérable de captifs, ainsi que d'hommes libres ayant la charge des troupeaux, les Peul Gaobe.

Cependant cette poussée Kel Tamacheq commença d'inquiéter les Peul du Liptako (région de Dori) qui voyaient s'amenuiser le " no man's land ", zone tampon entre le monde sédentaire peul et mossi, et le Gourma septentrional parcouru depuis toujours par les inquiétantes tribus guerrières Touareg Imajaren.

L'affrontement à la mare de Kissi en 1827 se solde par la défaite, la soumission et la taxation des villages peul et rimaïbe du Liptako et la suprématie définitive des " Oudalan ".

../...

* Les Populations Nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral - Henri BARRAL - in Travaux et Documents de l'ORSTOM N° 77 - PARIS 1977.

Cependant depuis l'installation d'un poste militaire français à Dori en 1895 suite au traité de protectorat signé entre l'Emir BOKAR et le capitaine MONTEIL quatre ans auparavant, les incidents se multipliaient d'abord principalement aux razzias fréquentes des villages sédentaires par les touaregs "guerriers" et cette situation devait aboutir à la déconfiture du pouvoir Imajaren après la bataille Yomboli en 1916.

Les sociétés nomades rencontrées dans l'Oudalan possèdent chacune des caractéristiques socio-culturelles spécifiques ainsi que des modes d'organisation et de production particuliers.

Qu'il nous suffise de rappeler ici qu'à l'intérieur de la société Kel Tamacheq les Bella ou Iklan, anciens captifs et vassaux de nobles touaregs, représentent une très forte majorité et cette disproportion même n'a pu qu'inciter les Iklan, une fois les conditions de leur libération réunies, à se disperser, à mener une existence économique autonome rendue possible dans l'Oudalan par la fertilité naturelle.

Les Iklan n'ont pas tardé ainsi à se procurer du bétail, soit en conservant une partie du croît d'animaux prêtés par les Illelan (hommes libres), soit en l'acquérant par échanges d'excédents de mil avec ceux-ci.

Les Peul de l'Oudalan, à l'exception des Mallebe, sont dans leur totalité nomades, aussi bien Gaobe que Djelgobe.

Essentiellement pasteurs, arrivés dans l'Oudalan avec les Kel Tamacheq et remplissant auprès d'eux la fonction de bergers, les Gaobe sont originaires du Gourma

.../...

septentrional. Ils ont tendance à se fixer autour des terrains de culture et à délaisser leurs traditionnels modes de vie pastoraux.

Les Peul Djelgobe, assez minoritaires ont fui le Djelgodji et ont cherché à perpétuer au contraire des comportements axés sur la vie pastorale, conduisant de très importants troupeaux à la recherche de pâturages distants souvent de plusieurs dizaines de Kms.

A ce très bref tableau il faut ajouter la population sédentarisée dans de très nombreux villages, d'origine songhay ou captive (rimaïbe) et dont les genres de vie sont pratiquement et exclusivement centrés sur l'agriculture vivrière et le petit maraîchage.

Une telle diversité socio-culturelle ne manque pas de poser d'innombrables problèmes de coexistence, de solidarité ou d'affrontement et rend plus délicate l'élaboration de modèles de développement applicables aux différentes populations de l'Oudalan, et en particulier de la zone d'étude.

5 - Exploitation du milieu par l'homme

Analyse des systèmes de production agro-pastoraux

Les études entreprises depuis 1977 ont jusqu'à présent concerné les systèmes de culture. La grande majorité des unités familiales de production pratiquent à la fois l'agriculture et l'élevage. Culture du mil essentiellement, localisée dans les terrains dunaires (erg ancien) et sur les sols sableux des piémonts de massifs. Depuis les récentes années de sécheresse, les surfaces de sorgho se sont pourtant rapidement étendues dans un milieu jusque là non cultivé, les bas-fonds. La surface cultivée par habitant est en moyenne de l'ordre de 0,80 ha, c'est à dire^{que} l'autosatisfaction céréalière est obtenue pour un rendement moyen de 300 kg/ha de grain environ. Ce niveau bas n'était cependant pas atteint en 1977, année où le rendement moyen des 60 parcelles suivies dans l'enquête n'a été que de 190 kg/ha. Les besoins ont par contre été globalement couverts après la récolte de 1978.

Les techniques culturales sont purement manuelles et de nature extensive. Le semis s'effectue sans travail du sol préalable (sauf dans quelques rares cas en bas-fonds) et se répète en général à chaque pluie importante de début de saison, soit pour accroître la surface semée, soit pour remplacer les manquants. Deux sarclages à l'iler, opération qui représente la principale contrainte de travail, sont habituellement réalisés.

Les rendements varient considérablement d'une année à l'autre (conditions pluviométriques), d'un terrain à l'autre (hétérogénéité spatiale des précipitations, dates de semis différentes, caractéristiques du sol) mais aussi

.../...

entre parcelles voisines et au sein d'une même parcelle. La date de semis a un effet décisif sur le rendement, les semis précoces étant beaucoup plus favorables que les semis tardifs. Les terrains de piémonts se trouvent nettement défavorisés par rapport aux terrains dunaires, en raison principalement d'un ruissellement très accusé sur ces sols et d'une forte hétérogénéité des caractéristiques pédologiques superficielles. Enfin la présence fréquente de mil hybride dans le peuplement végétal est une cause non négligeable de péjoration des rendements.

La tendance actuelle, liée à l'accroissement démographique, et à la saturation de l'espace cultivable. Les jachères deviennent de plus en plus rares, ce qui pose un réel problème de maintien de la fertilité. La dégradation des sols de piémont est manifeste, et les méthodes culturales ne semblent pas, au contraire, aller vers une intensification du système, que l'on peut considérer comme relativement bloqué.

La période de soudure vivrière est souvent sévère, et la précarité de l'autosatisfaction céréalière rend nécessaire dans bien des cas le recours à certains palliatifs : vente de bétail, déplacements de travail, collecte de ressources végétales spontanées (fonio sauvage en particulier).

L'élevage est à la fois une activité complémentaire et concurrente de l'agriculture : complémentaire en ce qui concerne la satisfaction des besoins alimentaires et monétaires, et sur le plan technique puisqu'une partie de la fumure animale se trouve localisée sur les champs cultivés et que les animaux bénéficient après la récolte d'une fraction importante des résidus de culture ; concurrente par contre dans la mesure où les terrains

cultivés restreignent les possibilités de parcours en saison des pluies (des conflits entre groupes humains ou individus se manifestent chaque année) et parce que globalement le manque à gagner fourrager est important.

, Compte tenu des signes évidents de saturation de l'espace pastoral et agricole, se pose d'une façon cruciale le problème de l'adéquation des ressources aux besoins ainsi que celui de la pérennité des systèmes actuels d'exploitation du milieu.

IV - CONCLUSIONS

L'ensemble des études multidisciplinaires entreprises pendant quatre ans sur la région de la Mare d'Oursi permet de formuler un diagnostic sur un milieu sahélien jugé représentatif. L'estimation des potentialités de production et des contraintes pesant sur les ressources naturelles conduit à définir les conditions d'un équilibre de l'écosystème étudié et ensuite à indiquer des actions à entreprendre pour réduire les contraintes et augmenter les potentialités. Bien sûr la réalité n'est pas aussi schématique et s'il est relativement facile de dire sur quel paramètre il faudrait agir, la meilleure pratique à mettre en oeuvre est souvent loin d'être évidente.

Après le traumatisme causé par la sévère sécheresse du début des années 1970, un certain nombre de faits et d'indices laissent à penser que l'écosystème de la Mare d'Oursi est revenu à un état d'équilibre entre les ressources naturelles et leur exploitation. Cet état d'équilibre se situe probablement à un niveau inférieur à ce qu'il était auparavant, certaines dégradations étant irréversibles, mais force est de constater, qu'avec un retour à une pluviométrie normale ou subnormale, les ressources du milieu ont de nouveau progressé. C'est ainsi que l'on a pu constater la régénération de certains pâturages même en des endroits qui avaient été soumis à une quasi désertification.

La reconstitution du cheptel, décimé en 1972/73 a été assez spectaculaire puisqu'on estime en 1977 qu'il a retrouvé son effectif numérique préalable.

.../...

L'extension des surfaces cultivées et la diminution des jachères maintiennent la production à un niveau qui assure un étalement des besoins de consommation pendant presque toute l'année, les importations de céréales extérieures à la région étant limitées à la période de soudure. Le retour des transhumants s'est fait dès lors qu'il fut connu que les pâturages reprenaient vigueur au début de l'hivernage 1973 (BARRAL).

La Mare d'Oursi et les mares avoisinantes ont, en 1974/75/76 et 1977 retrouvé une alimentation en eaux de ruissellement leur permettant de retrouver leur qualificatif de pérennes, encore que de façon très irrégulière (ainsi la Mare d'Oursi, après 1973, s'est de nouveau asséchée totalement en 1979, les éleveurs ayant alors recours à des puisards creusés sur le pourtour de la mare pour abreuver les troupeaux).

Toutefois cet apparent équilibre auquel est revenu le système est très fragile, un certain nombre de ses composantes sont à la limite de viabilité et les facteurs de dégradation apparaissent actifs et nombreux et la pression de l'homme toujours plus lourde :

- La densité des troupeaux est devenue supérieure en de nombreux endroits à la charge supportable par les pâturages parcourus ce qui entraîne un état général déficient chronique chez les animaux.
- Les zones surpâturées sont en même temps déboisées par suite de l'élagage pratiqué par les éleveurs, ce qui favorise l'apparition de plages dénudées où les premières pluies ruissellent abondamment sans parvenir à augmenter suffisamment la réserve hydrique utilisable des sols.

Ces eaux de ruissellement pourraient constituer des réserves d'eau intéressantes mais les possibilités de stockage naturel sont rares et la technologie d'une maîtrise de l'eau par ouvrages de petite hydraulique inconnue des populations nomades. Quant aux ressources en eaux souterraines elles sont très faibles et ne sont guère exploitables que pour l'alimentation humaine.

Les modes d'exploitation actuels du milieu par l'homme sont caractérisés par leur extensivité tant en ce qui concerne l'élevage que l'agriculture. Ils deviennent de plus en plus incompatibles avec une pression démographique croissante. On constate parallèlement un accroissement du cheptel et une augmentation des terres cultivées, cette extension se faisant sur des terres sensibles à l'érosion où les rendements sont plus faibles que sur les terrains sableux traditionnels où d'ailleurs les jachères sont de plus en plus rares.

Il existe donc dans le système actuel une limite aux ressources qui ne pourront être augmentées que par une intensification des méthodes d'exploitation du milieu. Les palliatifs traditionnels pour remédier à l'insuffisance chronique des ressources sont toujours efficaces mais semblent être perçus de plus en plus comme une servitude par les populations : ils résident essentiellement dans la mobilité des hommes et du bétail bien plus que dans des échanges de biens et de produits. Les gens vont chercher ailleurs ce qui leur manque chez eux plutôt que de l'importer en échange de leurs biens. Cette mobilité est multiforme et va d'une transhumance de plus ou moins grande amplitude à l'intérieur d'une aire pastorale d'endodromie (BARRAL), jusqu'à un exode massif et brutal lors des catastrophes climatiques (1972/73)

en passant par des migrations saisonnières de travail vers les centres de la zone soudanienne ou à l'étranger.

Indiquer ici quelles sont les méthodes les plus appropriées pour réduire les déficits, augmenter les ressources naturelles et stabiliser les facteurs d'équilibre du système semblerait bien présomptueux. Le but de l'opération Mare d'Oursi n'était pas de définir des aménagements, mais de définir les conditions et les contraintes dont il faudra tenir compte dans tout projet de développement de cette région. De nombreuses actions de développement n'ont pas eu les résultats espérés à cause d'une méconnaissance des réalités dans lesquelles elles devraient s'insérer et il est inutile de rappeler l'importance du facteur humain et sociologique dans la mise en place de toute solution technique.

Les résultats de l'opération Mare d'Oursi mettent en évidence certaines réalités du Sahel voltaïque plus ou moins connues de tous ou du moins ressenties, ils fournissent un bon nombre de données chiffrées aux aménageurs et projeteurs mais devraient surtout attirer leur attention sur l'importance à accorder à la perception des besoins et désirs réels des populations si diverses des zones sahéliennes.

Si, pour finir, nous pouvions formuler une recommandation, elle serait de faire un bilan des grandes opérations de développement planifiées et mûries dans des bureaux de façon trop rigide ou trop technocratique et ensuite de mettre en place pour les futurs grands projets un moyen souple d'évaluation des effets du projet engagé et la possibilité de le modifier en cours de réalisation.

V - 1

BIBLIOGRAPHIE

- BRUNET-MORET., 1970 Etude hydrologique de la rivière Béli.
Service Hydrologique ORSTOM.
- BYRNE., 1969 - Simulation of a pasture environment inter-action.
- CEPE., 1973 - Production, sensibilité et évolution de la végétation et du milieu en Tunisie présaharienne.
- CONADY., 1973 - The effect of rainfall, soil moisture and harvesting intensity on grass production on two rangeland sites in Kenya.
- CSIRO and UNESCO., Symposium - 1968 - "Land Evaluation".
- CTFT., 1973 - Contribution à l'étude de la désertification de l'Afrique Tropicale sèche.
- DELWAUILLE., 1973 - Résultats de six ans d'observations sur l'érosion au Niger.
- DE RIDER., 1972 - The use of models in solving agricultural development problems.
- FAUCK R., 1974 - Observations immédiates des phénomènes engendrés par les aléas climatiques en zone sahélienne - Compte-rendu de fin de contrat DGRST.
- IEMVT., 1972 - Modernisation de la zone pastorale du Niger.
- I N A., 1974 - Conférences sur la cartographie intégrée du milieu naturel en vue de la planification.
- MALDANT., 1968 - Facteurs naturels, densité de population et production agricole.
- MARCHAL J. Y., 1974 - Chronique des saisons agricoles au Yatenga (Haute-Volta) 1907/I973. ORSTOM. Section de géographie.
- ORSTOM., 1966 - Etudes hydrologiques dans la région de Nord Dori. Ronéo 31 p.

.../...

- BOULET R., 1968 - Etude pédologique de la Haute-Volta, Région Centre Nord. Centre ORSTOM de Dakar, 349 p. ronéo, 1 carte au 1/500 000.
- PEREIRA BARRETO S., 1961 - Etude pédologique de la cuvette de Dori. ORSTOM Centre de Dakar, 66 p. ronéo, 1 carte 1/5000.
- REICHLER, O'NEILL, KAYE, SOLLINS, BOOTH., 1973 - System analysis as applied to modeling ecological processes.
- RIQUIER., 1972 - A mathematical model for calculation of agricultural productivity in terms of parameters of soil and climate
- ROOSE E. J. et BIROT Y. 1970 - Mesure de l'érosion et du lessivage oblique et vertical sous une savane arborée du plateau Mossi (Gonsé Haute-Volta) CTFT/ORSTOM.
- RUSSEL., 1973 - Agricultural system analysis.
- BARRAL H., 1967 - Les populations d'éleveurs et les problèmes pastoraux dans le Nord-Est de la Haute-Volta. ORSTOM Paris - Cahiers Sciences Humaines - Vol. IV n° 1 pp 3/30.
- BARRAL H., 1970 - Etude socio-géographique pour un programme d'aménagement pastoral dans le Nord Ouest de l'OUDALAN - ORSTOM Ouagadougou - 92 p. multigr.
- BARRAL H., 1970 - Utilisation de l'espace et peuplement autour de la mare de BANGAO in Etudes Rurales N° 37 - pp. 65/84.
- BARRAL H., 1973 - Les zones d'endodromie pastorale au Sahel voltaïque. 33 p. 3 Cartes H.T.; in programme d'hydraulique au Sahel Voltaïque SCET/International ORSTOM/BRGM.
- BARRAL H., 1974 - Mobilité et cloisonnement chez les éleveurs de la Hte-Volta; les zones dites d'endodromie pastorale - Communication au séminaire international sur le Pastoralisme d'Alger - 22/28 avril 1974 - 17 p. 2 cartes multigr.
- BENOIT M., 1974 - Introduction à la géographie des aires pastorales soudaniennes de Hte-Volta, Ronéo ORSTOM Ouagadougou. 82 p. Collection Travaux et documents de l'ORSTOM.

V - 2

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

faites dans le cadre du projet Mare d'Oursi

Action complémentaire coordonnée : Lutte contre l'aridité
dans l'Oudalan Haute-Volta

PUBLICATIONS 1976

1. SICOT M., avril 1976 - Projet de protocole pour l'élaboration d'un référentiel de données écophysiologicals pour l'ensemble des bassins versants entourant la mare d'Oursi. 37 p. ORSTOM.
2. TOUTAIN B., avril 1976 - Carte des ressources fourragères au 1/50000 ème - Notice de la carte des ressources fourragères au 1/50000 ème, 61 p., IEMVT.
3. SICOT M., juillet 1976 - Propositions pour l'installation du dispositif expérimental et la conduite du programme. " Estimation des potentialités biophysiques en milieu sahélien" en 1976. 7 p., ORSTOM.
4. DELWAULLE J.C. juillet , août 1976 - Rapport de mission d'un mois, 22 p., CTFT.
5. TOUTAIN B., octobre 1976 - Etude des effets de la mise en repos temporaire de quelques formations végétales sahéliennes dégradées sur leur évolution, IEMVT.
6. GROUZIS M., novembre 1976. Rapport de mission en Haute-Volta. Programme " Mare d'Oursi ", 3 Octobre/ 1 er Novembre 1976 - 15 p., ORSTOM.
7. GROUZIS M., décembre 1976. Propositions pour une étude de la production et de la dynamique du couvert herbacé au niveau du périmètre de la Mare d'Oursi; relations entre la composition floristique, la structure de la végétation, la biomasse et les termes du bilan hydrique, 5 p., ORSTOM.

8. JOLY F. et DEWOLF Y. décembre 1976. Rapport préliminaire sur la mission géomorphologique dans la région d'Oursi, mars, avril 1976, 11 p., Université Paris VII.

PUBLICATIONS 1977

9. LEPRUN J.C., mars 1977. Rapport de la mission pédologique de mars 1977, 19 p., ORSTOM.
10. LANGLOIS M., août 1977. Méthodologie et bilan provisoire préliminaires au projet d'étude socio-économique de communautés sédentaires et nomades de Haute-Volta, 36 p. ORSTOM.
11. MILLEVILLE P., septembre 1977. Etude des rapports entre agriculture et élevage dans les systèmes de production en milieu sahélien. Quelques réflexions concernant la mise en place de l'étude dans la zone de la Mare d'Oursi, 14 p., ORSTOM.
12. SICOT M., 1977. Evaluation de la production fourragère herbacée en 1976, 45 p., + annexes, ORSTOM.
13. LHOSTE P., 1977. Etude zootechnique, inventaire du cheptel, 49 p., IEMVT.

PUBLICATIONS 1978

14. BERNARD A., CLAUDE J., SAADOUN N., 1978. Observations climatologiques à la station météorologique de Djalafanka, Mare d'Oursi. Juin 1976/ Décembre 1977, 91 p., et tableaux ORSTOM.
15. BERNARD A., CLAUDE J., SAADOUN N., 1978. Etude hydrologique de sept bassins versants alimentant la Mare d'Oursi. Rapport des campagnes 1976 et 1977 - 76 p., + annexes, ORSTOM.
16. BARRAL H., Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral, 119 p., Travaux et documents N° 77 - ORSTOM.

.../...

17. TOUTAIN B., janvier 1978. Etude des effets de la mise en repos temporaire de quelques formations végétales sahéliennes dégradées sur leur évolution, 67 p. + annexes, IEMVT.
18. SICOT M., ZEGANADIN J.P., novembre 1977. La rétention hydrique des sols du bassin versant de la Mare d'Oursi. Considérations sur la capacité au champ de deux sols sableux, 24 p., ORSTOM.
19. LEPRUN J.C., décembre 1977. Esquisse pédologique au 1/50000 ème des alentours de la Mare d'Oursi avec notice et analyse des sols, 53 p., ORSTOM.
20. CTFT Haute-Volta, anonyme, mai 1978. Première campagne d'étude du ruissellement et de l'érosion hydrique à Oursi, 14 p., CTFT, Ouagadougou.
21. ORSTOM Hte-Volta anonyme, mars 1978. Compte rendu de la journée d'études du 23 février 1978 sur le projet Mare d'Oursi, 39 p., ORSTOM.
22. CLAUDE J., juin 1978. Le projet de la Mare d'Oursi. Présentation, résultats, perspectives, 10 p., ORSTOM, Ouagadougou.
23. LEVANG P., juin 1978. Biomasse herbacée de formations sahéliennes. Etude méthodologique et application au bassin versant de la Mare d'Oursi. 31 p. + annexes, ORSTOM.
24. MILLEVILLE P., GROUZIS M., juin 1978. Ressources et exploitation du milieu dans le Sahel voltaïque. Article paru in "Construire ensemble" Bulletin du CESAO.
25. SICOT M., septembre 1978. Note technique sur la nécessité de compléter les mesures de teneur en eau des sols par des mesures tensiométriques pour l'établissement du bilan hydrique. 11 p., ORSTOM.

26. SICOT M., novembre 1978. Cycle de l'eau et bilan hydrique dans les écosystèmes types du bassin versant de la Mare d'Oursi.
Analyse préliminaire des données recueillies en 1977 : critique des principes de base du bilan hydrique en milieu sahélien.
76 p., + 3 annexes, tableaux, figures, ORSTOM.
27. TRAORE B., juin 1978. Observations sur la phénologie de quelques espèces herbacées et ligneuses sahéliennes, 29., ORSTOM, ISP.

PUBLICATIONS 1979

28. GROUZIS M., janvier 1979. Structure, composition floristique et dynamique de la production de matière sèche de formations végétales sahéliennes (Mare d'Oursi, Haute-Volta), 59 p., + 15 tableaux, 17 figures.
29. CTFT Haute-Volta, anonyme, janvier 1979. Deuxième campagne d'étude du ruissellement et de l'érosion hydrique à Oursi, 1978, 16 p., 2 fig., 6 tableaux, CTFT.
30. SICOT M., janvier 1979. Déterminisme de la production des immobilisations minérales de la strate herbacée des parcours sahéliens. 12 p., + 7 tableaux + 7 fig. ORSTOM.
31. ORSTOM, Section hydrologique (CLAUDE J., BERNARD A., SAADOUN N.) mars 1979. Observations climatologiques à la station météorologique de Djalafanka, Mare d'Oursi, année 1978, 73 p., et tableaux.

32. ORSTOM, Section hydrologique (CLAUDE J., BERNARD A., SAADOUN N.)
mai 1979. Etude hydrologique de 7 bassins versants alimentant la Mare d'Oursi, rapport de campagne, année 1978, 66 p., + 58 fig. + annexes.
33. LEGRAND P.,
juin 1979. ORSTOM, biomasse racinaire de la strate herbacée de formations sahéliennes, étude préliminaire, 28 p., + 17 tableaux, + 19 fig.
34. LEGRAND E.,
juin 1979. ORSTOM. Etude expérimentale des propriétés germinatives de quelques semences sahéliennes, 39 p., + 20 tableaux + 12 fig.
35. SICOT M.,
octobre 1979 ORSTOM. Etalonnage de l'humidimètre SOLO dans les sols sahéliens du bassin versant de la Mare d'Oursi. 18 p., + figures.

EN COURS D'ELABORATION POUR 1980

- GROUZIS M.,
Dynamique de la croissance et production nette de formations végétales sahéliennes - Mare d'Oursi 1978/1979 ORSTOM.
- GROUZIS M.,
Observations sur la phénologie de quelques espèces ligneuses sahéliennes 1977/1979 - ORSTOM.
- ORSTOM - Section Hydrologique - Etude Hydrologique des 7 bassins versants alimentant la Mare d'Oursi - Campagne 1979 ORSTOM, Ouagadougou.
- ORSTOM - Section Hydrologique - Observations climatologiques à DJALAFANKA - ORSTOM Ouagadougou
- MILLEVILLE P.,
Etude agronomique d'un système de culture Sud-sahélien.
- LANGLOIS M., MILLEVILLE P., SODTER F.,
Carte toponymique,
Carte des points d'abreuvement en saison sèche.
Carte de répartition de la population en saison sèche.
Carte des déplacements saisonniers.
- Service National des Sols
Carte et notice pédologique au 1/50 000 de la région d'OURSI.

FICHE SIGNALÉTIQUE SCIENTIFIQUE

Numéros décisions d'aide :

75.7.III2	76.7.0837	77.7.II87	78.7.2252
75.7.II13	76.7.0838	77.7.II88	78.7.2253
75.7.III4	76.7.0839	77.7.II89	78.7.2254
75.7.III5	76.7.0840	77.7.II90	

Action concertée (comité scientifique)

Action complémentaire coordonnée
Comité LAT

Objet de la décision : Etude des conditions physiques biologiques et humaines en vue de la lutte contre l'aridité dans l'Oudalan.

Objectifs visés à l'origine : Définition et quantification des potentialités et des contraintes d'un milieu sahélien en vue de guider des actions d'aménagement.

Ces objectifs ont-ils été atteints? Sinon, pourquoi ? :

Objectifs atteints par la constitution d'un ensemble de données très complet sur tous les paramètres pesant sur les potentialités du milieu intéressant toutes les disciplines.

D'autres objectifs que ceux visés à l'origine ont-ils été atteints? lesquels ?

En cours d'opération l'importance du facteur humain a conduit à développer les études socio-économiques plus largement que prévu à l'origine.

Le compte rendu a-t-il un caractère confidentiel : Non

Si oui, pendant combien de temps sa diffusion doit-elle être reportée ?

Des brevets ont-ils été pris à l'occasion de la recherche?: Non

Si oui, joindre à la fiche signalétique une liste en annexe /

L'action peut-elle et doit-elle avoir une suite ?

(poursuite au plan de la recherche, passage au plan industriel)

Oui - Suite scientifique pour complément d'une série de données de 5 ans en hydrologie et agro-écologie. Suite appliquée pour le suivi scientifique d'un projet de développement de l'élevage (en cours).

.../..

Souhaitez-vous recevoir éventuellement une aide de la D.G.R.ST. pour assurer l'exploitation des résultats obtenus? (renouvellement de l'étude, aide au développement, aide à la valorisation industrielle)

Oui - Un crédit serait nécessaire pour la publication d'un rapport de synthèse correctement édité et largement diffusé en Haute-Volta.

Conclusion générale sur la recherche :

L'opération Mare d'Oursi a constitué une des plus grosses études pluridisciplinaire entreprise à l'initiative du Comité LAT. La somme des résultats obtenus est très importante et devrait constituer une référence pour beaucoup de projets d'aménagement en zone sahélienne à condition de vérifier la représentativité des milieux observés. On doit seulement regretter le peu de participation des services techniques voltaïques concernés par ces opérations.

FICHE SIGNALÉTIQUE ADMINISTRATIVE

Numéros des décisions d'aide :

75.7.III2	76.7.0837	77.7.II87	78.7.2252
75.7.III3	76.7.0838	77.7.II88	78.7.2253
75.7.III4	76.7.0839	77.7.II89	78.7.2254
75.7.III5	76.7.0840	77.7.II90	

Action concertée (comité scientifique):

Action complémentaire coordonnée
Comité LAT

Date d'entrée en vigueur :

15.7.77

15.II.78

Durée : 1 an pour chaque décision d'aide

Montant - Organismes bénéficiaires :

	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>
ORSTOM	-	262.000	350.000	427.600 F.
GERDAT	-	251.368	243.250	150.000
Université PARIS 7	-	80.000	80.000	-
CNRS	-	120.000	140.000	60.000

Laboratoires : Centre ORSTOM de Ouagadougou
CTFT Haute-Volta - IEMVT
Laboratoire de géographie physique de
l'UER PARIS VII
Centre d'études Phytosociologiques et
Ecologiques Louis Emberger Montpellier

Responsable scientifique :

CLAUDE Jacques - Maître de Recherches -
Hydrologue -
Centre ORSTOM de Ouagadougou
B.P. 182 - Ouagadougou.

Téléphone : 321.14

Nombre de chercheurs ayant
participé :

22 chercheurs confirmés
4 chercheurs débutants
7 techniciens
6 volontaires du Service
National